

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—175175

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 01 L 41/08

H 03 H 9/54

識別記号

庁内整理番号

A 7131—5 F

7190—5 J

④ 公開 昭和59年(1984)10月3日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 圧電磁器トランスフィルタ

東京都港区芝五丁目33番1号日

本電気株式会社内

① 特 願 昭58—48227

⑦ 出 願 人 日本電気株式会社

② 出 願 昭58(1983)3月23日

東京都港区芝5丁目33番1号

③ 発 明 者 井上武志

⑧ 代 理 人 弁理士 内原晋

## 明 細 書

発明の名称 圧電磁器トランスフィルタ

## 特許請求の範囲

厚み方向の一定の向きに分極処理された圧電磁器板内部に、主面と平行に厚み方向に互いに重なり合う位置に4層以上のエネルギー閉じ込め部分電極を有し、前記部分電極の各電極は一層おきに2つの電極端子のうち一方の端子と接続し、残りの電極は他方の電極端子と接続しており、さらに該圧電磁器板内部には主面に平行で厚み方向に互いに重なり合う位置に2層のエネルギー閉じ込め部分電極を有していることを特徴とする圧電磁器トランスフィルタ。

## 発明の詳細な説明

本発明は高周波帯で使用可能な圧電トランスフィルタに関するものである。

圧電トランスは、通常、共振状態で使用され、

共振周波数において最大の効率及び昇圧比が得られるものであり、一般の巻線型トランスと比較して、(1)小型化がはかれること、(2)不燃化がはかれること、(3)電磁誘導がないことなど数多くの特徴を備えており、実用化がすすめられている。

第1図に従来の代表的な圧電トランスであるローゼンタイプ圧電トランスの構造を示す。第1図について説明すると表面に電極が設けられた圧電板において、11で示す部分は圧電トランスの駆動部分であり、その上下面に電極13、14が設けられており、この部分は厚み方向に分極されている。(図中の矢印で示す。)また、同様に12で示す部分は発電部分であり、その端面に電極15が設けられており、発電部分12は圧電板の長さ方向に分極されている。(図中の矢印で示す。)

この圧電トランスの動作は、駆動電極13、14に電圧が印加されると横効果31モードで電気機械結合係数 $k_{31}$ を介して縦振動が励振される。そして発電部分12において電気機械結合係数 $k_{32}$ を介して電極15から高電圧が取り出される。

他のタイプの圧電トランスも、いずれもローゼンタイプと同様に板の伸び振動を利用したものや、円板の拡がり振動を利用したものであり、適用周波数はせいぜい200KHz程度である。

また、第1図に示した圧電トランスは、いずれも単一共振利用のため負荷による出力電圧変動のほか、周囲温度変化や自己発熱などによる電圧変動が大きく、その上使用帯域幅が狭く周波数安定度に乏しいといった欠点がある。

これらの欠点を改善する一つの方法として、帯域通過形の機械フィルタ構成とした圧電トランスフィルタが提案されている。(日本音響学会誌33巻10号、524頁、1977年)ここで提案されている代表的なトランスフィルタを第2図に、またその等価回路表示を第3図に示す。

第2図について説明すると、20は厚み方向に分極された(矢印で示す。)横効果低インピーダンス振動子で、23、24は駆動電極であり、21は長さ方向に分極された縦効果高インピーダンス振動子で、25、26は発電電極である。これら2種の振動子を

- 3 -

第1図に示したローゼンタイプの単一共振形圧電トランスの欠点を改善することはできるが、圧電磁器板の長さ方向の縦振動を用いている点で、やはり適用周波数は最高200KHz程度である。

以上従来例で示したように、圧電トランス、圧電トランスフィルタの適用周波数領域は低周波帯においてのみであった。

一方、数MHz以上の高周波帯において、一方としてPCM搬送装置の中継器では搬送波からタイミングパルスを抽出し、しかも入力信号電圧に比べ出力電圧を大きくするようなトランスフィルタが必要とされていることは周知の通りである。このトランスフィルタを圧電トランスフィルタで実現することができれば、装置の著しい小型化及び固体化が可能であるが、現在のところこのような圧電トランスフィルタは実現されていない。

本発明はこのような要求に答える数MHz以上の高周波帯において十分な機能を有する圧電磁器トランスフィルタを提供することを目的とする。

本発明の圧電磁器トランスフィルタは板厚方向

結合子22が機械的に結合させており、駆動用電気端子27、27'が駆動電極23、24と接続し、また出力用電極端子28、28'は発電電極25、26と接続している。

第2図に示した圧電磁器トランスフィルタは、周知の如く、 $f_1$ 、 $f_2$ と二つの共振モードが現われ、 $f_1$ 、 $f_2$ の間が通過帯域となり、通過帯域において出力電圧が最も大きくとり出される。第3図は、第2図に示した圧電磁器トランスフィルタの等価回路で $C_{d1}$ 、 $A_1$ 、 $s_1$ 、 $m_1$ はそれぞれ横効果低インピーダンス振動子20の制動容量、力係数、等価スタフネス、等価質量を示し、 $s_c$ は結合子22の等価スタフネス、 $C_{d2}$ 、 $-C_{d2}$ 、 $A_2$ 、 $s_2$ 、 $m_2$ はそれぞれ縦効果高インピーダンス振動子21の制動容量、負容量、力係数、等価スタフネス、等価質量を示す。即ち、横効果低インピーダンス振動子の力係数 $A_1$ と縦効果高インピーダンス振動子の力係数 $A_2$ の大きさの違いを利用してトランスフィルタを得ようとする構成である。しかし、第2図に示したトランスフィルタは、

- 4 -

に一樣に分極された圧電磁器板において、板厚方向に互に重なり合う位置で、主面に対して平行な4層以上の電極からなる部分電極群と圧電磁器中の電極のない弾性的な結合部を介して、同様に主面に対して平行で、板厚方向に互いに重なる2層の部分電極を具備しており、4層以上の複数の部分電極群に関して、各電極は一層おきに2つの電気端子のうちの一方の端子と接続し、残りの電極は他方の電気端子と接続する構造を有している。ここで、電極が4層であれば3次の高次モード、6層であれば5次の高次モードが励振される。一般に $n+1$ 層の電極に対し $n$ 次の厚みたて高次モードが強勢に励振されるわけである。

また一対の平行電極に関して、基本厚みたて振動の他に、3次5次といった奇数次の高次モードが励振されることは周知の通りである。

即ち、本発明の圧電磁器トランスフィルタは数MHz以上の高周波帯で動作させるため、厚みたて振動の奇数次の高次モードを用い、また良好な共振応答を得るためにエネルギー閉じ込め現象を利

用した新しい機能素子である。

以下本発明を図面に従って説明する。本発明の圧電磁器トランスフィルタの構造の例について第4図、第5図を用いて説明する。第4図に示すように本発明のトランスフィルタは積層構造となっており、キャスト法により製造した圧電磁器粉末と有機物からなる生シート40の上にエネルギー閉じ込め部分電極41, 41', 42, 42' 及びリード電極43, 43', 44, 44' が設けられる。ついで、これらの生シートを積層、圧着、焼成し、板厚方向に一樣に分極されて、本圧電磁器トランスフィルタは製造される。

本発明の圧電磁器トランスフィルタの一例の断面図を第5図に示す。第5図に示した例では圧電磁器板40'の左側に4層のエネルギー閉じ込め電極41, 41'のある低インピーダンス部分、及び2層のエネルギー閉じ込め電極42, 42'のある高インピーダンス部分から構成される。矢印は分極方向を示す。ここで左側の電極群において、1層おきに配置されている電極41はすべて電気端子50と

- 7 -

なっているため、数MHz以上の周波数帯において昇圧が可能であり、圧電トランスフィルタの適用領域を著しく拡張するものである。

なお第5図において、低インピーダンス部分における電極は4層であったが、一般に $n$ 次の奇数次高次モードに対して $n+1$ 層の電極を形成することにより、 $n$ 次の高次モードを利用した圧電トランスフィルタが実現できることは言うまでもない。

次に本発明の一実施例として第5図に示した構造を有する中心周波数 $f_0$ が10.7MHzの圧電磁器トランスフィルタについて述べる。まず、圧電磁器として3次厚みたて振動モードのエネルギー閉じ込めが可能で、厚みたて結合係数 $k_t$ が0.43のPbTiO<sub>3</sub>系圧電磁器を用いた。この圧電磁器粉末と有機バインダー及び有機分散媒からなる生シート上に電極を形成し、積層、圧着し、所定の大きさに切断したあと、1200~1400℃の温度で焼成した。焼成後、圧電磁器板の側面に銀電極を形成し電気端子50, 50', 51, 51'とし、厚み方向に一樣に分極処理を行った。第5図中の矢印は分極方向を示

接続されており、残りの電極41'はもう一方の電気端子50'に接続されている。同様に、右側の相対向する2層の電極42, 42'はそれぞれ電気端子51, 51'に接続されている。第5図の左側の低インピーダンス部分において、隣接する各層間において、電界方向は互いに異なり、また分極方向は板厚方向に一樣であるから、厚みたて高次モード(この場合3次モード)が強勢に励振されるわけである。右側の高インピーダンス部分において、周知の如く基本厚みたて振動の他に3次、5次、……といった奇数次高次モードが励振される。この圧電磁器トランスフィルタは、周知のモノリシック二重モードフィルタと同様のふるまいをし、第5図左の低インピーダンス部分と右側の高インピーダンス部分における力係数が大きく異なるわけであるから、厚みたて3次モードにおいて第3図に示した複合機械系の圧電磁器トランスフィルタと同様の等価回路で表現できる。

即ち本発明の圧電磁器トランスフィルタは、高次厚みたて振動を用いたトランスフィルタ構成と

- 8 -

す。また周波数調整は圧電磁器板を平行平面研磨することにより行った。最終的な板厚は0.615mmである。また第5図左側の低インピーダンス部分の電極41, 41'の間隔は0.19mm、右側の高インピーダンス部分の電極42, 42'の間隔は0.57mm、全体の外形は10mm×8mmである。

このときの入力電圧 $V_i$ に対する出力電圧 $V_o$ の比 $V_o/V_i$ の周波数特性を第6図に示す。第6図のグラフは中心周波数 $f_0$ が10.7MHzで横軸に周波数(単位KHz)、縦軸に $V_o/V_i$ の値をとっている。第6図から、 $f_0$ において40倍近い昇圧比が得られていることがわかる。

以上述べたように、本発明の圧電磁器トランスフィルタは数MHz以上の高周波帯において良好な周波数選択特性と昇圧特性を同時に実現できるものであり、大きな工業的価値を有している。

図面の簡単な説明

第1図は、従来のローゼンタイプ圧電トランスを示す斜視図。

- 10 -

第2図は、従来の複合機械フィルタ構成の圧電磁器トランスフィルタを示す斜視図。

第3図は、第2図に示した従来の複合機械フィルタ構成の圧電磁器トランスフィルタの等価回路図。

第4図は、本発明の圧電磁器トランスフィルタの積層構造を示す図。

第5図は、本発明の圧電磁器トランスフィルタの一例を示す断面図。

第6図は、第5図に示す構造の圧電磁器トランスフィルタの特性図。

以上の図において、11は圧電トランスの駆動部分、12は圧電トランスの発電部分、13、14、15は電極、20は厚み方向に分極された横効果低インピーダンス振動子、21は長さ方向に分極された縦効果高インピーダンス振動子、22は結合子、23、24、25、26は電極、27、27'、28、28'は電気端子、 $C_{d1}$ 、 $A_1$ 、 $s_1$ 、 $m_1$ はそれぞれ横効果低インピーダンス振動子の制動容量、力係数、等価スティフネス、等価質量、 $s_c$ は結合子の等価スティフネス、

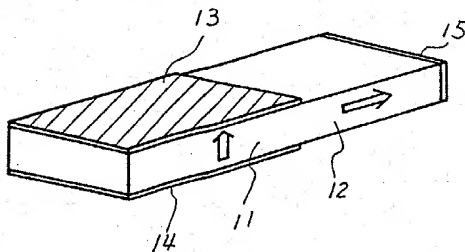
— 11 —

$C_{d2}$ 、 $-C_{d2}$ 、 $A_2$ 、 $s_2$ 、 $m_2$ はそれぞれ縦効果高インピーダンス振動子の制動容量、負容量、力係数、等価スティフネス、等価質量、40は圧電磁器生シート、40'は焼成した圧電磁器板、41、41'、42、42'はエネルギー閉じ込め電極、43、43'、44、44'はリード電極、50、50'、51、51'は電気端子。

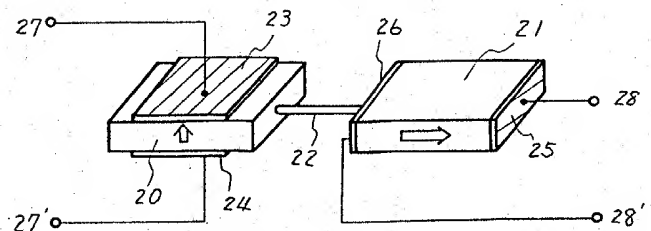
代理人 弁理士 内原 晋

— 12 —

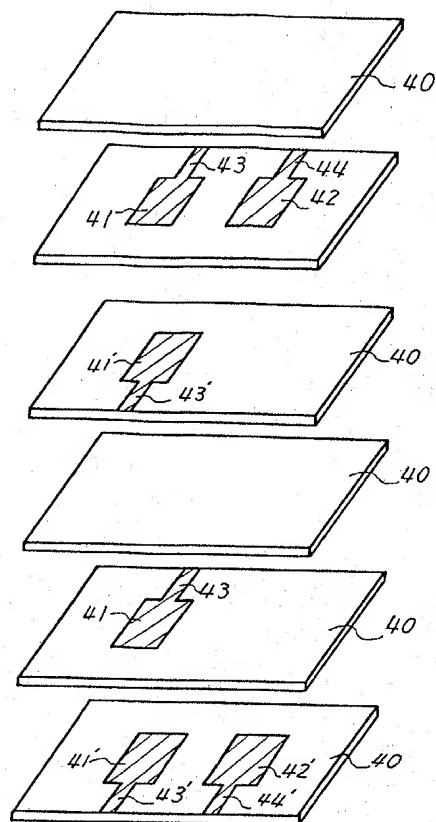
才 1 図



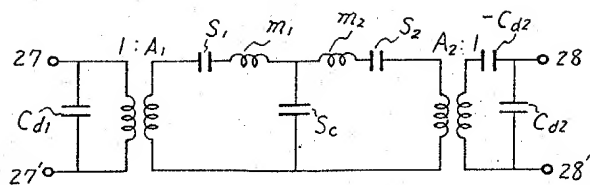
才 2 図



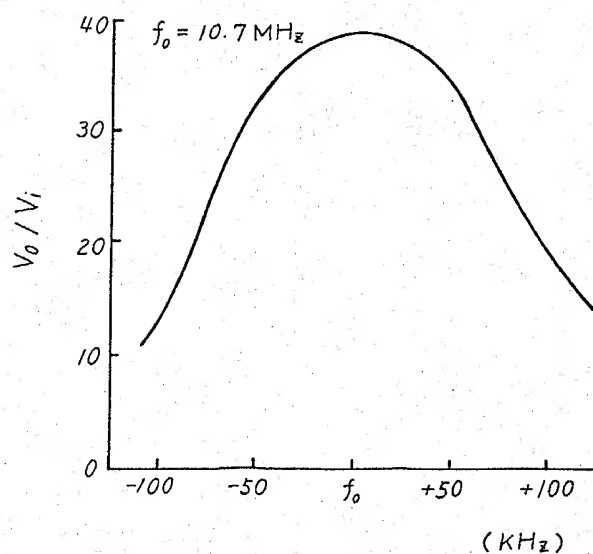
才 4 図



才 3 図



才 6 図



才 5 図

